



УДК 629.5; 621.22

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТЕРМОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ГЕНЕРАТОР. ВАРИАНТЫ****THE UNIVERSAL THERMAL ENERGY
GENERATOR. VARIANTS**

Макарова Светлана Валерьевна, студент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: mtiger8@mail.ru, Тел.: +7(902)441-23-56

Попов Александр Ильич, кандидат технических наук доцент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: chepopov@rambler.ru, Тел.: +7(343)379-97-11

Svetlana V. Makarova, student, Department «Nuclear Energy and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: mtiger8@mail.ru, Ph.: +7(902)441-23-56

Alexander I. Popov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor., Prof., Department « Nuclear Energy and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: chepopov@rambler.ru Ph.: +7(343)379-97-11

Аннотация: В данной статье рассмотрены варианты универсального термоэнергетического генератора. Предлагаемое изобретение относится к области энергетики и может быть использовано в качестве автономных источников энергоснабжения. Выполнено сравнение изобретения с прототипами. Описаны преимущества изобретения перед аналогами. Представлены чертежи конструкций в разрезе. В заключении сделан вывод о том, что предложенный генератор, с повышенной эффективностью термосифона, найдет широкое применение в энергетике.

Abstract: In this article the variants of the universal thermoelectric generator are considered. The present invention relates to the field of energy and can be used as stand-alone energy sources. The invention is compared with prototypes. The advantages of the invention over analogues are described. Drawings of designs in a cut are presented. In conclusion, it is concluded that the proposed generator, with increased efficiency of the thermosyphon, will be widely used in the energy sector.

Ключевые слова: энергетика; конденсация; генератор; кольцевой термосифон; прямой термосифон.

Key words: energy; condensation; generator; annular thermosyphon; direct thermosyphon.

Развитие современной техники и технологий неразрывно связано с поиском новых источников энергии, в первую очередь – электрической. Основное требование – увеличить объем её выработки, но в последнее время на передний план выходят дополнительные условия: энергия должна вырабатываться экологически чистым путем, должна быть возобновляемая и никак не связана с углеродом. Термоэлектрическая генерация является одним из перспективных, а в некоторых случаях единственно доступным способом прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. В таком преобразовании отсутствует промежуточное звено, как, например, в работе тепловой или атомной электростанции, где тепловая энергия преобразуется в механическую, а затем

механическая энергия преобразуется в электрическую.

До настоящего времени существенным ограничением преимуществ термоэлектрического преобразования остается относительно низкий коэффициент эффективности преобразования теплового потока в электрическую энергию – от 3 до 8%. Однако в ситуации, когда для относительно небольших нагрузок невозможно или экономически нецелесообразно подвести обычные линии электропередачи, ТЭГ становится незаменимым.

Большинство ТЭГ предназначены для «малой энергетики». Они обладают такими свойствами, как полная автономность, высокая надежность,

простота эксплуатации, бесшумность и долговечность. ТЭГ используются для энергоснабжения объектов, удаленных от линий электропередачи, а также при целом ряде других условий, где они являются единственно возможным источником электрической энергии.

За последние десятилетия в разных промышленно развитых странах были разработаны, испытаны и поставлены на серийное производство термоэлектрические генераторы (ТЭГ). В Уральском Федеральном университете имени первого президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина кафедрой Атомных станций и нетрадиционных источников энергии проводятся исследования на термоэнергетических установках, а также разрабатываются патенты на изобретения. В статье рассматривается термоэнергетический генератор. Изобретение относится к области энергетики и может быть использовано в качестве автономных источников электропитания.

Известны энергопечи «Арктур-М», «Вега-25», «Чолбон-2», «Индиگیرка-М» [1]. Также существуют устройства аналогичного назначения [2, 3], например «Отопительное устройство с термоэлектрическим генератором и термоэлектрический генератор» по патенту № 95183, «Отопительное устройство с термоэлектрическим генератором и термоэлектрический генератор» по патенту № 2419749 и др.

Данные энергопечи содержат отопительное устройство, на наружной поверхности корпуса которого закреплен термоэлектрический генератор, включающий опорную нагревательную пластину, на которой подвижно с применением биметаллических пластин закреплена тепловыравнивающая пластина с установленными на ней термоэлектрическими генераторными модулями, причем тепловыравнивающая пластина закреплена на опорной нагреваемой пластине при помощи шарнира с горизонтальной поворотной осью, а биметаллические пластины установлены между опорной нагреваемой пластиной и тепловыделяющей пластиной, при этом холодные спаи модулей установлены на радиаторе воздушного охлаждения.

Недостатком данных устройств, также как и предыдущих, является малый температурный перепад между электродами и, как следствие, невысокий КПД. Кроме того, воздушный теплоотвод так же не эффективен при использовании его в ТЭГ большой мощности. Наиболее близким аналогом (прототипом) является «Термоэлектрический бытовой генератор» [4] по патенту РФ №2348089.

Данная установка содержит батарею термоэлектрических модулей, источник тепловой энергии (печь), систему циркуляции воды из емкости с резервом воды, пароводяной насос, жидкостный теплоотвод от ТЭГ и потребитель теплой воды, замкнутый с помощью водоводов на емкость с резервом воды, а циркуляция воды обеспечивается при помощи пароводяного насоса, приведенного в контакт с нагретой частью печи. Постоянный отвод тепла циркулирующей воды от холодного электрода термоэлектрических модулей позволяет увеличить перепад температур между электродами и выходную мощность ТЭГ.

Недостатком прототипа является сложность выполнения системы циркуляции воды, необходимость стационарного исполнения, дороговизна в управлении и обслуживании.

Изобретение позволит увеличить эффективность обычного термоэлектрического генератора. Данное изобретение, по сравнению с прототипами, устраняет определенные недостатки и обладает рядом преимуществ. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в следующем:

- упрощена конструкция ТЭГ по первому варианту за счет использования в схеме охлаждения вместо принудительного жидкостного теплоотвода прямого термосифона, осуществляющего циркуляцию постоянного объема жидкости внутри корпуса ТЭГ;
- повышена эффективность конденсации пара в термосифоне ТЭГ за счет использования дополнительных теплопоглощающих металлических решеток, соединенных теплопроводными стержнями с дополнительным наружным теплоотводом, а в качестве стержней могут быть использованы тепловые трубы;
- упрощена конструкция ТЭГ по второму варианту за счет использования в схеме охлаждения вместо принудительного жидкостного теплоотвода кольцевого термосифона, осуществляющего циркуляцию постоянного объема жидкости между испарительным и конденсаторным блоками термосифона;
- повышена эффективность термосифона за счет улучшения конденсации пара путем оснащения паропровода в конденсаторном блоке дополнительным теплообменником.

Технический результат во втором варианте достигается за счет того, что в генераторе, содержащем батарею термоэнергетических модулей, горячие электроды которых подключены к печи (источнику тепловой энергии), а холодные электроды - к емкости с водой, оснащенной жидкостным теплоотводом с трубным водоводом, жидкостный теплоотвод выполнен в данном варианте в корпусе кольцевого термосифона,

состоящего из испарительного и конденсаторного блоков, соединенных трубным водоводом и трубным паропроводом, причем трубный водовод присоединен к нижним внутренним поверхностям обоих блоков, трубный паропровод подключен между верхней зоной испарения испарительного блока и верхней зоной конденсации в конденсаторном блоке, а трубный паропровод в конденсаторном блоке оснащен дополнительным теплообменником.

Вследствие этого, предложенное техническое решение может найти применение в качестве универсального термоэнергетического генератора.

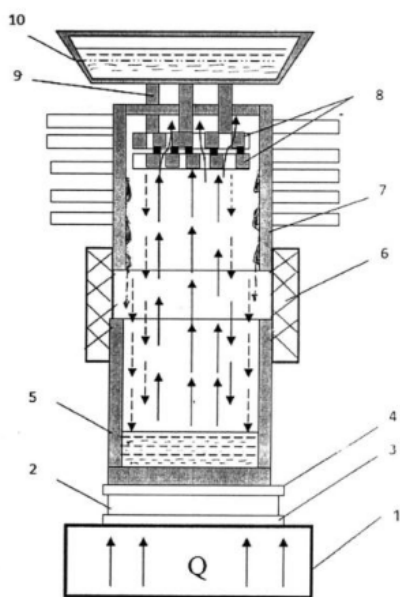


Рис. 1. Универсальный термоэнергетический генератор. Варианты (фиг. 1)

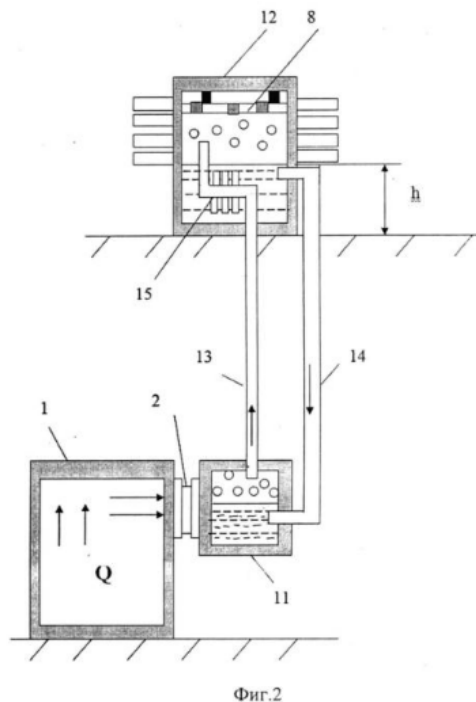
На рисунке 1 в разрезе изображена конструкция «Универсального термоэнергетического генератора. Варианты» Фиг. 1. 1 – источник тепловой энергии, 2 – термоэнергетический модуль, 3 – горячие электроды, 4 – холодные электроды, 5 – охлаждающая ёмкость с жидкостью, 6 – теплоизолирующий контур, 7 – корпус прямого термосифона, 8 – теплопоглощающие решетки, 9 – теплопроводные стержни, 10 – наружный теплоотвод.

«Универсальный термоэнергетический генератор. Варианты» работает по первому варианту следующим образом, фиг. 1. Тепловая энергия Q от источника 1 поступает на горячие электроды 3 термоэнергетического модуля 2, холодные электроды 4 которых охлаждаются емкостью 5 с жидкостью или с водой. Если в емкости содержится вода, то при достижении температуры $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ она закипает и пары, поднимаясь (сплошные стрелки на фиг. 1) в верхнюю часть корпуса 7 термосифона конденсируются на

стенках корпуса, так же на стенках дополнительных теплопоглощающих решетках 8 и стекают (пунктирные стрелки на фиг. 1) обратно в емкость 5 с водой. Осуществляемый таким образом круговорот «вода – пар – вода» в термосифоне позволяет увеличить перепад температур между электродами, отобрать избыточную тепловую энергию с холодных электродов 4, температура которых при использовании воды будет равна температуре кипения $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, тепловая энергия при этом через ребреный корпус выбрасывается в окружающее пространство, причем объем используемой в термосифоне жидкости (в данном случае воды) остается постоянным. Электрическая энергия снимается обычным образом проводниками с электродов модулей (проводники условно не показаны на чертежах).

Если необходим ТЭГ большей электрической мощности и требуется отвести от холодных электродов 4 значительное количество тепловой энергии, то через дополнительные теплопроводные стержни 9 подключают дополнительный наружный теплоотвод 10, в качестве которого может быть использован дополнительный массивный воздушный охладитель или дополнительная емкость с водой, а вместо стержней 9 применить более эффективные по теплопроводности тепловые трубы.

Теплоизолирующий контур 6 в данной тепловой схеме позволяет уменьшить теплопередачу от емкости 5 к корпусу 7 термосифона, исключив прямой контакт между ними.



Фиг.2

Рис. 2. Универсальный термоэнергетический генератор. Варианты (фиг. 2)

На рисунке 2 в разрезе изображена конструкция «Универсального термоэнергетического генератора. Варианты» Фиг. 2. 1 – источник тепловой энергии, 2 – термоэнергетический модуль, 8 – теплопоглощающие решетки, 11 – испарительный блок, 12 – конденсаторный блок, 13 – трубный паропровод, 14 – трубный водопровод, 15 – дополнительный теплообменник.

Для стационарных ТЭГ большой электрической мощности может использоваться второй вариант с применением кольцевого термосифона [5], (фиг. 2). На данном чертеже условно показано присоединение испарительного блока 11 к холодному электроду батареи 2 только с боковой поверхности источника 1 тепловой энергии, а фактически может использоваться вся его горячая поверхность.

При закипании в блоке 11 воды ее пары по трубному паропроводу 13 поднимаются в блок 12 конденсации, где после конденсации вода накапливается в донной части блока 12 и после достижения уровня слива h через трубный водовод 14 сливается в испарительный блок 11, осуществляя кругооборот «вода - пар - вода». Усиление конденсации достигается за счет снижения температуры паров в теплообменнике 15, так как он находится уже в зоне сконденсированной жидкости h .

Универсальность предлагаемого устройства заключается в том, что для малых мощностей оно может использоваться, например, в качестве надстройки к «Генераторам термоэлектрическим» типа ГТУ-12-12 [6].

Предлагаемая схема теплопровода с помощью прямого или кольцевого термосифона может быть альтернативой охлаждения любых термоэлектрических генераторов, в том числе термоэлектрических сборок серии «воздух - воздух» на разные мощности охлаждения, выпускаемых НПО «Кристалл» [7].

Учитывая изложенное, следует ожидать, что предлагаемое изобретение найдет широкое применение в быту и в промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергопечь. Технические характеристики моделей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energopesh.ru>.
2. Баукин В.Г. Винокуров А.В. и др. Отопительное устройство с термоэлектрическим генератором и термоэлектрический генератор. Патент РФ на полезную модель №95183, МПК H01L 35/28 (аналог).
3. Баукин В.Г., Винокуров А.В. и др. Отопительное устройство с термоэлектрическим генератором и термоэлектрический генератор. Патент РФ №2419749, МПК F24H 3/12 (аналог).
4. Исмаилов Т.А., Аминов Г.И. Термоэлектрический бытовой генератор. Патент РФ №2348089, МПК H01L 35/28 (прототип).
5. Попов А.И., Щеклеин С.Е. Кольцевой регулируемый термосифон. Положительное решение по заявке №2015122705 от 11.06.2015.
6. Альтернативные источники тока. Генератор термоэлектрический ГТУ-12-12. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ait-1.narod.ru.
7. Термоэлектрические сборки серии «Воздух - Воздух» для уличного применения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.crystaltherm.com/ru>.